

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

237

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

André BRUGÈRE

Né le 27 juin 1912, à Brive-la-Gaillarde (Corrèze).

L'Œil et la Lumière Électrique

Président : M. L. TANON, Professeur.

PARIS

JOUBE & C^{ie}, EDITEURS

15, Rue Racine, 15

1936

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

André BRUGÈRE

Né le 27 juin 1912, à Brive-la-Gaillarde (Corrèze).

L'Œil et la Lumière Électrique

Président : M. L. TANON, Professeur.

PARIS

JOUVE & C^{ie}, EDITEURS

15, Rue Racine, 15

1936

I. — PROFESSEURS

Anatomie	MM.	ROUVIERE.
Physiologie		Léon BINET.
Physique médicale		STROHL.
Chimie médicale		DESGREZ.
Bactériologie		Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale		BRUMPT.
Pathologie médicale et générale.		BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale		CHEVASSU.
Anatomie pathologique		ROUSSY.
Histologie		CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale		TIFFENEAU.
Thérapeutique		HARVIER.
Hygiène et médecine préventive		TANON.
Médecine légale		BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie		LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée		FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie		Maurice VILLARET.
Clinique médicale		LOEPER.
		CARNOT.
		CLERC.
Hygiène et clinique de la première enfance		Marcel LABBÉ.
Clinique des maladies des enfants		LEREBOULLET.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale		NOBECOURT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques		H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux		GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses		GUILLAIN.
		LEMIERE.
Clinique chirurgicale		CUNEO.
		GOSSET.
Clinique ophtalmologique		GRÉGOIRE.
Clinique urologique		LENORMANT.
		TERRIEN.
Clinique d'accouchements		MARION.
		BRINDEAU.
Clinique gynécologique		COUVELAIRE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie		JEANNIN.
Clinique thérapeutique médicale		N...
Clinique oto-rhino-laryngologique		OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique chirurgicale		RATHERY.
Clinique propédeutique		LEMAITRE.
Clinique de la Tuberculose		Pierre DUVAL.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte		SERGENT.
		BEZANÇON.
		MATHIEU.
		HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire		MULON.
		OLIVIER.
		VERNE.
		MOCQUOT.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.	MM.
BÉNARD (Henri) Pathologie médicale.	GALLIARD Parasitologie.
BERNARD (Étienne) Pathologie médicale.	GASTINEL Bactériologie.
BEZANÇON	DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
(Justin) Hydrologie.	GAYET Physiologie.
BOULIN Pathologie médicale.	GIROUD Histologie.
BULLIARD Histologie.	HAGUENAU .. Pathologie médicale.
CATHALA Pathologie médicale.	HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
CHEVALLIER .. Pathologie médicale.	HAZARD Pharmacologie.
DOGNON Physique.	HUGUENIN ... Anatomie pathologique.
FEY Urologie.	JOANNON ... Hygiène.



II. — AGREGES EN EXERCICE (Suite).

MM.
 LABBÉ (Henri) . Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.
 LANTUEJOL . Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LÉVY . Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING ... Anatomie pathologique.

MM.
 PETIT-DUTAILLIS .. Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELÈVRE . Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHET Physiologie.
 SANNIE Chimie biologique.
 SÈNÈQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIÈRE Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE pour le service des examens

MM.
 ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.
 LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent

MM.
 ABRAMI.
 ALAJOUANINE.
 AUBERTIN.
 BRULÉ.
 CHABROL.
 CHIRAY.
 DONZELOT.
 DUVOIR.
 HARVIER.
 LIAN.
 PASTEUR-VAL-
 LÉRY-RADOT.
 SÉZARY.

Clinique médicale.

MM.
 BASSET.
 BROCC.
 CADENAT.
 GATELLIER.
 HEITZ-BOYER.
 MOURE.
 QUÉNU.
 SCHWARTZ.
 VELTER.

Clinique chirurgicale.

MM.
 ECALLE.
 GUENIOT.
 LE LORIER.
 LEVY-SOLAL.
 METZGER.

Clinique obstétricale.

V. — CHARGES DE COURS

MM.
 CHAILLEY-BERT, agrégé Education physique.
 LEDOUX-LEBARD Radiologie clinique.
 WEIL-HALLE Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PERE

A MA MERE

A MES FRERES, A MES SŒURS

A MA FIANCEE

MEIS ET AMICIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

*Qui nous a fait le grand hon-
neur d'accepter la présidence de
cette thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ JOANNON

*Qui nous a suggéré le sujet de
cette thèse. Qu'il veuille bien
recevoir l'hommage respectueux
de toute notre gratitude.*

A MES MAÎTRES

A LA FACULTÉ ET DANS LES HOPITAUX DE BORDEAUX

A MES MAÎTRES

A LA FACULTÉ ET DANS LES HOPITAUX DE PARIS

L'Œil et la Lumière Électrique

Le courant électrique : lumière, force, mystère, ce dieu moderne nous est devenu indispensable. Par sa simplicité, sa propreté, ses commodités, il s'est imposé en maître et l'on conçoit vraiment très mal notre activité actuelle sans lui.

Je me bornerai dans cet exposé à étudier l'une de ses applications, la plus répandue et partant la plus utile; je veux parler de la lumière électrique.

La diffusion rapide de ce mode d'éclairage, adopté partout avec enthousiasme, ne fait qu'exprimer ses avantages énormes. Mais cette précipitation jointe à des conditions économiques a bien souvent nui à son « *mode d'établissement* ».

De plus, jusqu'à ces derniers temps, on s'est très peu préoccupé de la « *qualité de la lumière* » émise par l'intermédiaire de la lampe électrique; et c'est précisément à ces deux points que je limiterai mon étude.

I

Toutefois, avant d'entrer dans le cœur du sujet, je voudrais donner tout de suite quelques définitions indispensables :

L'intensité lumineuse.

C'est une grandeur mesurable car on peut en définir et l'égalité et l'addition.

1°) Les intensités de deux foyers lumineux sont égales si deux surfaces de même nature, placées à la même distance de ces deux sources et perpendiculairement à leurs rayons produisent sur l'œil une impression égale d'éclairement.

On peut constater cette égalité par le photomètre.

2°) Si l'on constate l'égalité des éclairéments produits, les conditions étant égales d'ailleurs, par une source A d'une part et l'ensemble de plusieurs sources B C D d'autre part, l'intensité de A est la somme des intensités B C D.

L'unité d'intensité est : la bougie internationale (adoptée en 1909 par la France, l'Angleterre, et les Etats-Unis).

On évalue la brillance d'une source en : bougies par centimètre carré.

Le Flux lumineux.

Dans le cas d'une source ponctuelle ayant la même intensité dans toutes les directions, le flux lumineux est par définition, le produit de l'intensité I par l'angle solide Ω formé par l'ensemble de ces rayons. On a donc en désignant par Φ le flux émis par cette source

$$\Omega = I \Phi$$

I étant l'intensité dans la direction correspondant à l'angle solide infiniment petit d' Ω . L'unité de flux est : le lumen (adopté par le congrès de Genève et la loi Française du 2 avril 1919).

C'est le flux lumineux émis par une source ponctuelle de 1 bougie internationale dans l'angle solide unité, c'est-à-dire dans un angle solide découpant une aire de 1 mètre carré sur une sphère de 1 mètre de rayon ayant pour centre la source.

Ces grandeurs : intensité, brillance, flux, servent à caractériser les foyers lumineux; donnons une dernière définition : celle de l'éclairement qui, lui, au contraire, se rapporte aux objets éclairés.

L'éclairement.

C'est par définition le rapport entre le flux Φ reçu par une surface et l'aire S de cette surface. Si on désigne par E . cet éclairement, on a :

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

L'unité d'éclairement est le lux. C'est l'éclairement

d'une surface de 1 mètre carré recevant un flux de 1 lumen uniformément réparti.

Deux lois régissent les éclairagements :

1°) L'éclairement d'une surface éclairée normalement par une source ponctuelle varie en raison inverse du carré de sa distance à cette source.

2°) L'éclairement d'une surface est proportionnel au cosinus de l'angle formé par les rayons incidents avec la normale à cette surface.

Pour la commodité de l'étude, je vais diviser le sujet en deux parties et laissant à présent de côté les qualités que doivent présenter les rayons lumineux pour n'être nullement dangereux pour la vue, je vais passer en revue, les conditions bien déterminées que doit présenter l'éclairage d'un local, et en particulier d'un local destiné au travail intellectuel.

Le travail intellectuel, en effet, est l'un des plus fatigant pour la vue. La lecture, l'écriture, mettent en œuvre, les facultés visuelles les plus délicates : l'acuité visuelle, la rapidité de vision, la rapidité d'accommodation, la continuité de vision.

L'acuité visuelle qui permet de distinguer les caractères entre eux.

La rapidité de vision qui permet de lire vite et sans fatigue.

La rapidité d'accommodation qui occupe une place importante dans le travail de copie dans lequel les caractères lus et les caractères écrits sont presque toujours à des distances différentes.

Enfin la continuité de vision qui s'exerce au plus haut degré dans les bureaux puisque le travail se prolonge matin et soir pendant plusieurs heures consécutives.

Ces conditions, ce sont :

- 1) Un éclairage suffisant.
- 2) Une répartition uniforme de l'éclairage.
- 3) Une élimination des ombres aussi complète que possible.
- 4) La suppression absolue de tout éblouissement.

Un éclairage suffisant.

Des expériences effectuées en France au conservatoire National des Arts et Métiers sous la direction du Dr FAILLIE ont montré que les valeurs trouvées comme les plus favorables ne doivent pas être inférieures à 60 ou 80 lux.

Voici quelques éclairages recommandés.

	Valeur en Lux
Bureaux	60
Salles de comptabilité	60
Salles de dessin	120
Salles de classes	80
Salles de couture	120
Bibliothèques :	
Salles (de lecture)	60
— (des livres)	40
Archives	40
Ateliers :	
Manipulations	30
Travail de grosses pièces ..	60
Travail de petites pièces ..	100
Travaux délicats	200

Ces valeurs de 60 à 200 lux ne sont nullement exagérées, elles correspondent simplement au besoin des travaux visuels, car l'on ne peut exiger actuellement des éclairagements artificiels du même ordre de grandeur que ceux de la lumière naturelle bien qu'il y aurait en fait avantage à les reproduire. Ces valeurs, en effet sont autrement grandes. C'est ainsi que :

L'éclairement en rase campagne est de $\left\{ \begin{array}{l} \text{En plein soleil : 80.000} \\ \text{A l'ombre 5.000} \end{array} \right\} \text{lux.}$

(Une feuille de papier blanc au soleil a un éclairement de : 100.000 lux).

Dans la rue il est de $\left\{ \begin{array}{l} \text{Au soleil 30.000} \\ \text{A l'ombre ... 3.000} \end{array} \right\}$

Dans un bureau il est de $\left\{ \begin{array}{l} \text{Près de la fenêtre :} \\ \text{1.000.} \\ \text{Au fond de la pièce :} \\ \text{200.} \end{array} \right\}$

Une répartition uniforme de l'éclairement qui, une fois réalisée, entraîne l'établissement des deux autres conditions, c'est-à-dire :

L'élimination des ombres.

La suppression de tout éblouissement.

Il faut en effet un éclairage général et ceci n'est réalisé qu'en élevant les lampes : Procédé qui a l'avantage de les placer en *dehors du champ normal* de la vision; et d'éviter l'éblouissement, surtout si l'on prend la précaution de les envelopper d'appa-

reils diffuseurs de grandes dimensions et de faible brillance ¹.

En opérant de la sorte la surface éclairée s'agrandit, or à éclairement égal il faut des lampes d'une puissance supérieure ce qui constitue un avantage car elles ont un bien meilleur rendement.

L'éblouissement direct est ainsi parfaitement évité, l'éblouissement par réflexion sur du papier glacé ou sur un bureau ciré est considérablement réduit, éblouissement qui sera d'ailleurs encore atténué, si les rayons émanent d'une large surface diffusante, telle que celle d'un globe opalin de diamètre convenable.

Et pour réaliser ces conditions on peut employer plusieurs dispositifs rationnels, soit qu'on les utilise séparément ou simultanément.

Ces appareils peuvent être ramenés à quatre catégories.

1°) Les appareils d'éclairage direct qui envoient tout leur flux lumineux vers le sol.

2°) Les appareils d'éclairage semi-directs qui envoient la majeure partie, mais non la totalité de leur flux vers le bas.

3°) Les appareils semi-directs dans lesquels la plus grande partie de la lumière est dirigée vers le plafond.

4°) Les appareils d'éclairage indirect éclairant uniquement le plafond.

D'ailleurs, il est un autre facteur qui entre en ligne

(1) Voir plus loin, page 36.

de compte dans l'éclairement d'une pièce : c'est la couleur de ses murs, qui, outre l'effet heureux et attrayant qu'elle peut produire sur la vue, influe grandement sur l'intensité de la luminosité et ceci par la réflexion diffuse qu'elle entraîne.

L'on peut donner comme facteurs de réflexion diffuse pour la couleur :

Blanche	65 à 80 %	Rose clair ...	55 à 65 %
Jaune paille.	55 à 70	Rose	45 à 55
Crème	55 à 70	Rouge clair .	25 à 40
Jaune	45 à 60	Rouge foncé .	10 à 25
Vieil or	35 à 40	Beige	40 à 45
Vert clair ..	35 à 55	Havane clair.	35 à 40
Vert foncé ..	10 à 30	Bois	25 à 30
Bleu clair ...	30 à 50	Brun	25 à 30
Bleu	10 à 25	Gris clair ...	40 à 50
Bleu foncé ..	5 à 15	Gris pigeon .	25 à 35
Noir	5 à 10	Gris foncé ..	15 à 25

Et de cette façon en réalisant dans les meilleures conditions et suivant le travail à effectuer, l'éclairage le plus rationnel, on évitera plusieurs causes principales de la fatigue visuelle, de nombreux troubles de la vue et en particulier la myopie.

Affection surtout connue dans les écoles, à qui l'on a donné le nom de myopie scolaire et qui s'explique généralement de la façon suivante : l'éclairement étant insuffisant, l'élève doit se rapprocher exagérément de son travail; il en résulte une convergence excessive des yeux qui occasionne à la longue leur allongement et par conséquent la myopie.

D'ailleurs, qui ne se rappelle l'étude du soir, les

files de pupitres alignés sous les abat-jours qui distribuent une lumière à la fois parcimonieuse et éblouissante; les efforts effectués pour rapprocher le livre de la lampe, les attitudes vicieuses et surtout la lassitude des yeux qui « tirent » suivant l'expression populaire.

L'argot de l'école exprime ce fait d'une façon amusante en traitant de « taupins » les élèves de mathématiques spéciales que la fréquentation des X et des signes algébriques sous une lumière insuffisante rend prématurément myopes comme des taupes.

Et lorsqu'on saura que 33 % des enfants sortant de l'école sont myopes alors que cette proportion n'était à l'entrée que de 10%, l'on verra toute la portée d'une installation rationnelle.

Dans l'industrie on atteint une proportion à peu près analogue ¹.

Aussi en plusieurs pays et notamment aux Etats-Unis, dès 1918 se préoccupa-t-on d'établir un code d'éclairage pour les bâtiments scolaires. En France, en 1921, le comité National Français de l'éclairage fondait une commission dite de l'Eclairage des Usines et des Ecoles.

Les travaux de cette commission ont été présentés à la « Commission internationale de l'éclairage de

(1) Il est intéressant de comparer les chiffres suivant et l'on verra la tendance très nette à la myopie des personnes qui ont à accomplir un travail à faible distance :

Examen de 7.000 conscrits Danois :

Etudiants	32 %
Employés de bureau	16 %
Artistes	13 %
Tailleurs, cordonniers	12 %
Ouvriers gros travail	5 %
Agriculteurs	2 %

Genève » en 1924. Les rapports des autres pays à la même commission aboutirent à des conclusions analogues, à savoir : nécessité de réaliser des éclairagements suffisants et d'éviter l'éblouissement. Ces rapports, discutés en septembre 1928 à la commission internationale de l'éclairage de Sarannac Inn aboutirent à l'établissement d'un code d'éclairage pour les usines et les écoles, qui devait servir de modèle de réglementation légale dans tous les pays représentés.

L'influence d'un éclairage rationnel se fait sentir partout : le commerçant a vite compris quel profit il pouvait en tirer pour la mise en valeur de ses objets à l'intérieur de son magasin et surtout en vitrine, le patron, l'employeur s'est vite rendu compte que le rendement de ses ouvriers dépendait en grande partie d'une bonne luminosité et que de plus le travail était mieux fait. Bien plus, ces dernières années, son rôle dans le grave problème de la circulation nocturne est devenu capital, depuis que les routes sont sillonnées par de nombreux véhicules, et combien de vies humaines a pu coûter une lumière trop faible ou éblouissante, ou mal réglée !

On a pu ainsi constater en Amérique que :

a) dans un bureau de poste l'éclairement passant de 30 à 80 lux la production augmente de 4,5 %.

b) dans un atelier, pour une augmentation de dépense d'éclairage correspondant à 5 % des salaires, le rendement augmente de 35 %.

En France, le Docteur FAILLIE a montré que le temps de réaction psychomotrice qui est de 30/100 de seconde avec un mauvais éclairement, augmente

et tombe à moins de 20/100 de seconde pour un éclairage égal ou supérieur à 150 lux.

Une expérience fut tentée dans un magasin de Chicago (magasin de nouveautés).

On fit varier chaque jour alternativement la valeur de l'éclairage :

50 lux un jour,

150 le lendemain, puis de nouveau 50 lux, et ainsi de suite. Pendant l'expérience, la température extérieure, qui joue un rôle important dans ce genre de commerce, demeure à peu près constante, et aucune publicité ne fut faite afin d'éviter de fausser les résultats.

Pendant toute la durée de l'expérience, on compta soigneusement, chaque jour, le nombre de personnes entrant dans le magasin et l'on évalua pour chaque éclairage le rapport entre ce nombre et celui des acheteurs effectifs. Finalement, on calcula chaque jour le chiffre moyen d'affaires par client, en divisant le chiffre d'affaires total de ce jour par le nombre de clients. Les résultats de ces essais ont été plus que concluants.

Ils ont montré que l'amélioration de l'éclairage provoquait un accroissement de 29 % sur le chiffre moyen de vente par client et une augmentation de 12 % sur la valeur du rapport existant entre le nombre d'acheteurs et le nombre de personnes entrant dans le magasin.

Et c'est en grand nombre que l'on pourrait trouver des exemples où s'est manifesté l'influence favorable d'un « éclairage rationnel ».

II

Mais si l'on veut un « bon éclairage » les conditions précédentes ne sont plus du tout suffisantes et plusieurs sortes de préoccupations doivent entrer immédiatement en jeu.

— Rechercher un grand rendement optique.

Pour une lampe donnée, c'est le rapport de l'énergie émise par radiation dans le domaine visuel 0 w. 4 à 0 w. 8, à la quantité totale d'énergie émise par le corps par rayonnement.

— Avoir une lumière dont les longueurs d'ondes ne gênent pas la vue : lumière jaune du sodium, lumière bleuâtre des lampes à vapeur de mercure.

Et là nous arrivons en plein dans l'incertitude. Il est un fait certain, c'est que la lumière électrique par lampe à incandescence provoque des troubles oculaires et que grand nombre de personnes sont incommodées par elle. Dans ma petite enquête personnelle auprès de nombreux opticiens, m'informant sur le nombre de leurs clients venant consulter pour gêne et malaises oculaires attribués à la lumière électrique, je me suis toujours ou presque attiré cette réponse : « mais c'est le meilleur de notre clientèle ».

A quoi attribuer ces désordres ?

Il est indéniable que beaucoup ressortissent à un système d'éclairage défectueux, mais il est bon nombre

pour lequel on doit chercher ailleurs une explication.

Sans vouloir, ici, nous étendre sur les détails anatomiques et histologiques de l'œil, nous voulons brièvement rappeler la composition de la rétine, membrane nerveuse, siège de l'impression lumineuse.

Sa structure est sensiblement la même sur toute l'étendue de la choroïde au delà de laquelle elle se continue par une membrane banale qui tapisse le muscle ciliaire et l'iris.

Elle présente cependant deux plaques remarquables, l'une correspondant au point d'épanouissement du nerf optique : la papille; l'autre, correspondant à l'extrémité de l'axe antéro-postérieur à un millimètre en dehors et un peu en bas de cet axe, est marquée par une dépression : la fovea centralis, entourée d'une zone de couleur jaune ou tache jaune : la macula.

Lorsque l'œil fixe un objet, il dirige sur lui son centre optique et le centre de sa fossette, c'est-à-dire son axe visuel. Celui-ci ne coïncide pas avec son axe optique. L'angle des deux axes est de trois à quatre degrés. Les axes optiques divergent donc légèrement par rapport aux axes de fixation.

Au point de vue de sa structure, la rétine présente sur une coupe passant par l'axe visuel et allant de l'humeur vitrée à la choroïde :

- 1) Les fibres du nerf optique.
- 2) La couche des cellules multipolaires qui sont les corps cellulaires des fibres du nerf optique. Ce ne sont pas des cellules sensorielles, mais bien des cellules cérébrales, sorte d'expansion du cerveau.

3) La couche des cellules bipolaires, formant relai entre les cellules cérébrales et les cellules visuelles.

4) Les cellules visuelles, séparées de la choroïde par une cinquième couche : l'épithélium pigmentaire : dallage de cellules polygonales, plates, élaborant une substance foncée ; le pigment rétinien en contact avec les cônes et les bâtonnets.

Les cellules visuelles sont les organes sensoriels proprement dits. Ce sont eux qui nous donnent l'impression lumineuse. On y distingue deux sortes d'éléments.

Les cônes.

Ainsi appelés parce que leur extrémité choroïdienne a la forme d'un cône dont la base atteint 7 w. de diamètre et la hauteur 35 w.

Les bâtonnets.

Qui présentent une extrémité choroïdienne sous l'aspect d'un cylindre grêle long de 60 w. et large de 2 w.

Au point de vue de leur répartition, les cônes occupent la partie centrale ou fovea. Ils forment là un bouquet d'éléments particulièrement fins (4, 5 w. environ). Le diamètre de la fovea est d'environ 0,2 mm. ce qui correspond à une ouverture de 45'. L'ouverture du champ visuel correspondant à un cône de la fossette est :

$$4,5 \text{ w.}$$

$$\frac{\quad}{15 \text{ mm.}} = 1' \text{ environ.}$$

$$15 \text{ mm.}$$

Chacun des cônes de la fovea est réuni à une cellule bipolaire et à une cellule multipolaire différente. Au niveau de la macula on trouve un mélange de cônes et de bâtonnets, puis au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la macula, la proportion des bâtonnets par rapport aux cônes augmente et à la périphérie de la rétine il n'y a plus que des bâtonnets: de même au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la macula, on trouve un nombre de plus en plus grand d'éléments visuels connectés sur une même cellule bipolaire, et de cellules bipolaires connectées sur une même cellule multipolaire. En outre dans la rétine se trouvent des cellules d'association dont le rôle est d'établir des connections entre plusieurs éléments visuels. Leurs ramifications peuvent suivant les besoins établir ou rompre des connexions entre les éléments rétiniens fondamentaux et créer ou non ainsi de véritables « territoires indépendants ».

Quels sont les excitants de ces cellules visuelles ?

Elles réagissent à toutes les excitations : mécaniques électriques, caloriques, chimiques, etc, et répondent toujours par une sensation lumineuse; mais l'excitant de choix est évidemment la lumière.

Depuis les temps les plus reculés de nombreux physiciens se sont attachés à essayer de découvrir les propriétés de la lumière et à classer les phénomènes qu'elle produit.

Deux théories se sont succédées :

La théorie de L'Emission, la première en date (EMPEDOCLE, KEPLER, NEWTON, LAPLACE), qui suppose que

la lumière est formée par des corpuscules en mouvement.

La théorie des Ondulations, (ARISTOTE DESCARTES, HUYGENS, YOUNG FRESNEL) d'après laquelle la lumière serait due à la propagation à travers l'espace d'un ébranlement se manifestant sous forme d'ondes qui se propagent de façon analogue à celles qui se propagent à la surface d'une eau stagnante lorsqu'on y laisse tomber un caillou.

D'autres théories sont nées : théorie électronique, théorie des quanta qui ne permettent pas cependant de se faire une idée absolument exacte sur la nature de la lumière.

Quoiqu'il en soit la lumière est actuellement obtenue par des sources qui rayonnent en général de l'énergie de façon continue à travers l'espace. Un tel rayonnement peut être dispersé au moyen d'un prisme sous forme d'un spectre formé de radiations simples caractérisées chacune par :

Leur période T qui est la durée d'une oscillation complète.

Leur fréquence N qui est le nombre d'oscillations par seconde.

Leur longueur d'onde λ qui est la distance qui sépare les sommets de deux ondulations.

Le spectre obtenu est continu ou discontinu suivant la nature de la source.

Les corps incandescents fournissent un spectre continu (lumière solaire, filament de lampe à incandescence, cratère de l'arc électrique). Le nombre des

radiations est innombrable et leur longueur d'onde varient insensiblement les unes des autres.

Par contre, le rayonnement des gaz lumineux (Hydrogène, néon, hélium, vapeur de sodium, vapeur de mercure) ne donne qu'un nombre défini de radiations dont les longueurs d'ondes sont nettement séparées les unes des autres.

Les radiations émises par ces sources sont visibles ou non suivant leur longueur d'onde.

Seules sont visibles celles dont les longueurs d'ondes sont comprises approximativement entre 0 w. 4 et 0 w. 8. Dans cet intervalle à chaque longueur d'onde correspond une couleur déterminée. L'impression de couleur se modifie progressivement du violet au rouge quand λ augmente.

Ainsi pour la moyenne des yeux normaux M. FA-BRY indique :

a $\lambda = 0,4$	commencent les radiations visibles.
0,41	violet.
0,47	bleu.
0,52	vert.
0,58	jaune.
0,60	orange.
0,65	rouge.

A 0,80 fin des radiations visibles extrême-rouge.

Les radiations dont les longueurs d'onde sont inférieures à 0 w. 4 constituent : l'ultra-violet; celles dont les longueurs d'ondes sont supérieures à 0 w. 8 constituent l'infra rouge.

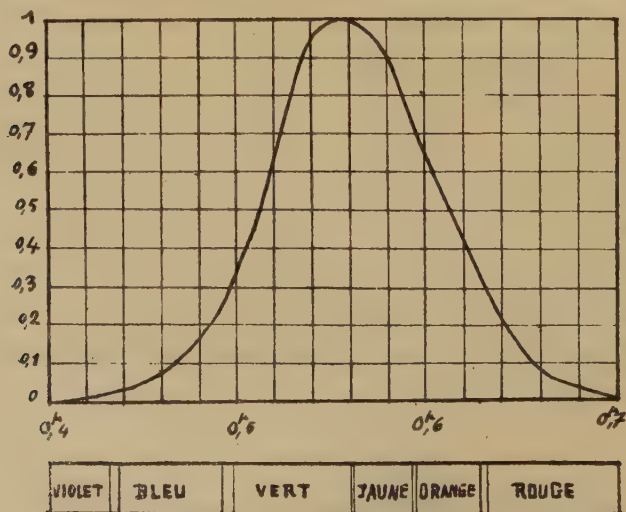
Or si la rétine est extrêmement sensible à la lu-

mière, elle est incapable de discerner les différentes radiations qui la composent; elle perçoit une seule couleur sans pouvoir distinguer, lorsqu'elle est impressionnée par un mélange de radiations quel est le mélange qui a donné naissance à cette sensation colorée.

De plus la sensibilité visuelle n'est pas la même pour les différentes couleurs. GIBSON et TYNDALL ont proposé les nombres suivants, le facteur de visibilité maximum étant pris comme unité :

Longueur d'onde		Facteur de visibilité relative
0 w. 440	violet	0,023
0 w. 490	bleu vert	0,208
0 w. 520	vert	0,710
0 w. 555	jaune vert	1
0 w. 580	jaune	0,870
0 w. 600	orangé	0,630
0 w. 650	rouge	0,107
0 w. 660	rouge sombre ...	0,061

Si l'on trace une courbe de sensibilité de l'œil aux diverses radiations, on obtient la figure ci-contre :



On voit qu'à énergie égale et par rapport à la raie 0 w. 56 l'œil est 7 fois moins sensible à la radiation 0 w. 6 (orange) 62 fois à la radiation 0 w. 4. (violette) et 84 fois à la radiation 0 w. 7 (rouge).

Comme nous l'avons vu précédemment, deux sortes de récepteurs composent la rétine de l'œil humain.

Les cônes, occupant la partie centrale ou fovea, très sensibles aux radiations lumineuses de grande longueur d'onde, très sensibles aux formes, et la fovea servant à la vision dans l'axe du regard constitue une véritable « rétine d'acuité » une rétine centrale de fixation.

Les bâtonnets placés sur la partie périphérique ou péri-macula, surtout sensibles aux radiations de faibles longueurs d'onde et pratiquement insensibles aux radiations rouges. Ils constitueraient à eux seuls la rétine des oiseaux nocturnes. Ils assurent la perception de la couleur et l'appréciation de l'intensité. Ils constituent une rétine périphérique de sensibilité, une « rétine indicatrice ».

Notre rétine périphérique enveloppe d'un regard d'ensemble les objets extérieurs et nous indiquent les différentes régions sur lesquelles doit porter la fixation et les mouvements des yeux à effectuer pour « tâter » l'objet avec la rétine centrale. Les mouvements des yeux se font par saccades et la vision ne s'exerce utilement que pendant les temps d'arrêts.

Voyons à présent le mécanisme de la perception visuelle. C'est un phénomène psycho-physiologique, dont l'essence nous échappe comme celle de toutes les fonctions cérébrales.

Les rayons lumineux sont concentrés par la cornée, par l'humeur aqueuse, l'humeur vitrée, mais surtout par le cristallin et grâce à ce système les rayons lumineux vont se grouper sur la rétine.

Les cônes et les bâtonnets sont alors impressionnés et les impressions sont transmises par les cellules bi et multi polaires au centre nerveux ou cunéus qui les transforme en sensations lumineuses. Ainsi ce qui se manifeste à nous comme lumière, ce n'est pas la lumière elle-même, considérée comme agent physique, mais la modification spéciale produite dans l'appareil visuel par cet agent physique et appréciée par le cerveau.

L'œil est toujours incité de façon réflexe à améliorer sa vision. Cette tendance est très forte si bien qu'il est très difficile de s'en défendre avec succès par un acte de volonté :

— Réflexe pupillaire à la lumière.

Maximum dans l'obscurité, le diamètre pupillaire diminue très rapidement jusqu'à 10 lux, puis plus lentement pour des éclaircissements plus grands.

— Réflexe de migration du pigment rétinien.

Les grains de pigment élaborés par l'épithélium pigmentaire sont doués de mobilité. Rétractés contre le corps des cellules épithéliales dans l'obscurité, ils descendent par contre sous l'effet de la lumière entre les cônes et les bâtonnets, les étranglent en partie de façon à diminuer leur surface soumise à l'action de la lumière. C'est un phénomène purement local, n'affectant que la portion rétinienne excitée. Ainsi la sen-

sibilité de la rétine diminue notablement sous l'effet d'une lumière trop vive. C'est en quelque sorte un réflexe de défense.

— Réflexe pupillaire à l'accommodation. Il y a synergie entre l'action du muscle ciliaire et l'iris. Réflexe d'une précision et d'une souplesse remarquables. Plus un objet se rapproche, plus la courbure du cristallin s'accroît de façon à conserver l'image sur la rétine et plus le diamètre de la pupille diminue de façon à éliminer les rayons marginaux qui ne concourent plus à la formation de l'image.

En somme, pour qu'un objet soit vu nettement il faut que son image se forme sur la rétine. La sensation que nous éprouvons dépend à la fois de la constitution des objets et de la façon dont ils sont éclairés; et d'après l'effort d'accommodation fourni, d'après la quantité et le groupement des cellules excitées, le cerveau a appris par l'usage et par l'expérience, en collaboration avec les autres sens, à situer ces objets dans l'espace, à apprécier leur consistance, leur forme, leur distance, etc. Bref, les sensations visuelles, comme l'a dit HELMHOLTZ « sont des signes que l'expérience nous apprend à interpréter ». Et ceci nous explique pourquoi nous ne voyons pas les objets sans dessus dessous, malgré que l'image du monde extérieur se peigne renversée sur notre rétine. Ceci nous explique encore pourquoi nous faisons abstraction de toutes les sensations qui ne nous servent pas à connaître le monde extérieur : phénomènes connus sous le nom de phénomènes de neutralisation : nous ne nous ren-

dons pas compte par exemple des ombres portées de nos cils et des cellules situées en avant, des cellules visuelles dans la marche des rayons lumineux.

De même, malgré que nous soyons aveugles au niveau de l'émergence du nerf optique nous n'y faisons dans les conditions habituelles nullement attention.

Ceci nous fait enfin comprendre, les sensations lumineuses provenant de l'excitation des terminaisons d'un nerf particulier, le nerf optique, pourquoi une excitation même non produite par de la lumière, est cependant interprétée comme tel par le cerveau : coup de poing sur l'œil, courant électrique.

On voit donc ainsi le rôle énorme que joue dans cette perception : l'interprétation et de même que nous apprenons à parler, de même nous apprenons à voir et nous nous créons à notre usage un véritable système de signes conventionnels. Rappelons en terminant ce chapitre ce qu'Auguste COMTE a écrit à ce sujet :

« On croyait, il y a encore peu de temps, avoir expliqué la vision, en disant que l'action lumineuse des corps détermine sur la rétine des tableaux représentatifs des formes et des couleurs extérieures. A cela les physiologistes ont objecté avec raison que si c'était comme image qu'agissaient les impressions lumineuses, il faudrait un autre œil pour les regarder. »

On pourrait alors se demander pourquoi une si faible partie des radiations émises par un corps incandescent sont seules capables de produire des sensations lumineuses. Ceci est sans doute dû à l'absorp-

tion ou à la trop faible puissance de certaines de ces radiations. Les humeurs, par exemple, laissent passer les rayons ultra-violet, mais la cornée est surtout le cristallin les absorbent.

Normalement ces rayons n'arrivent donc pas jusqu'à la rétine. Mais si l'œil est opéré de cataracte, son spectre lumineux s'étend alors dans l'ultra-violet, ce qui montre que la rétine n'est pas insensible à ces rayons. Il est difficile d'imaginer ces couleurs que ceux qui les perçoivent rapprochent du gris lavande.

Dès lors, ceci nous entraîne directement à parler des radiations nuisibles pour la vue et même nocives pour l'œil. Mais là, on n'est nullement fixé sur le rôle pathogène de telle ou telle radiation. Ce que l'on peut dire, c'est que les radiations visibles ne portent nullement préjudice à notre organe de la vue dans les conditions normales. Par contre, elles influent d'une façon certaine sur notre psychisme.

C'est ainsi qu'on peut parler de couleur froide et de couleur chaude. De nombreuses observations et expériences ont montré nettement que les couleurs rouges produisent sur l'organisme un effet d'excitation, tandis que les couleurs bleues produisent un effet de sédation. Les éclairages bleus nous incitent surtout au repos, les éclairages rouges surtout à la gaieté, à l'action.

En ce qui concerne les radiations ultra-violettes, leur rôle dans la pathogénie oculaire est très mal connu, il en est à peu près de même pour les radiations infra-rouges. Voici l'opinion de GABRIEL :

« De toutes les observations et expériences, on peut conclure que, si d'une manière générale les radiations agissent sur les êtres vivants et sur l'homme, les effets observés autres que les sensations caloriques et les sensations lumineuses proprement dites, sont dûs surtout à l'action des rayons ultra-violets. Il semble donc naturel de conclure que c'est à ceux-ci que sont dûs aussi les troubles oculaires divers qui se manifestent par l'action de sources très intenses ou par l'action prolongée de source de moindre intensité. »

Mais le même auteur écrit plus loin : « D'autre part on sait que le verre ordinaire arrête en grande partie les radiations très réfrangibles, or on a observé des accidents par des arcs électriques entourés d'une cloche de verre. Ils ne peuvent donc être attribués aux radiations des ultra-violets et l'on doit leur reconnaître pour cause la trop grande intensité des radiations lumineuses. »

N'arrivant point jusqu'à la rétine, on ne peut attribuer aux rayons ultra-violets ou chimiques des désordres rétiniens, je n'ai pu pour ma part trouver aucune observation. Il n'en est point ainsi pour la conjonctive, pour la cornée et le cristallin. On est depuis fort longtemps fixé sur les lésions cutanées produites par les rayons chimiques. MAKLAKOFF a bien démontré que c'est à eux qu'il faut attribuer l'érythème avec sensation de piqûres, desquamation et pigmentation consécutives qui constitue le coup de soleil électrique. S'ils produisent ces lésions sur la

peau, il y a lieu de penser qu'ils peuvent les produire sur la conjonctive et la cornée tout en prenant cependant une allure un peu différente, car nous n'avons point là de pigment mélanique. On peut toutefois établir l'équivalence des symptômes. Ainsi dans la conjonctivite :

Erythème et sensation de piquûre cutanée correspondent à hyperémie et picotement conjonctivaux.

Desquamation de la peau correspond à sécrétion conjonctivale.

Ces picotements sont très aigus et comparables à des piquûres d'épingle.

L'hyperémie peut parfois être extrêmement marquée et aller jusqu'au chemosis.

Les sécrétions sont assez épaisses, abondantes, aseptiques.

Tous ces signes sont accompagnés de larmolements spontanés diurnes et nocturnes entrecoupés parfois de crises abondantes et douloureuses.

Tous ces symptômes sont très tenaces, ne cédant que lentement et progressivement.

Quant au cristallin, les rayons ultra-violets seraient capables de déterminer à la longue dans ses éléments, une infiltration de sels de chaux, et par suite son opacification.

En ce qui concerne les rayons infra-rouges ou caloriques, on s'accorde généralement à ne leur attribuer aucune influence, à part certains cas fort rares où l'on a pu constater des lésions de brûlures. Cependant, comme ces radiations abondent dans la

lumière électrique, elles occasionnent à la longue une sensation désagréable de chaleur au niveau des pommettes surtout si la source est assez rapprochée, et contribuent à entraîner une céphalée frontale.

Rappelons enfin qu'il y a antagonisme entre les radiations infra-rouges et ultra-violettes sur leurs effets physiologiques et l'on a remarqué que l'action nocive des rayons ultra-violetts était de beaucoup retardée et beaucoup moins grave lorsqu'ils étaient mélangés aux rayons infra-rouges. Ceci serait dû sans doute à la vaso-dilatation périphérique que ces derniers produisent sur les capillaires

L'on voit ainsi qu'il y a avantage à n'employer que des sources pauvres en radiations infra-rouges, mais surtout ultra-violettes ou alors de se munir convenablement contre elles. C'est ainsi qu'en oculistie ça a été amené à créer des verres qui, grâce à leur composition spéciale et leur richesse en sels de terre rares arrêtent les rayons du spectre nocif pour les yeux : verres qui seraient surtout utiles, aux cinéastes, aux personnes travaillant à la lumière d'arc électrique ou exposées à des court-circuit assez violents et fréquents (certains employés du métropolitain, par exemple).

Mais de tels accidents ne s'observent pas dans des conditions normales d'éclairage d'une salle de travail. Il est certain que le filament incandescent produit en très grande quantité des rayons ultra-violetts. Mais il serait faux de rendre ces radiations responsables de tous les maux. Il est reconnu en effet

que ces radiations sont arrêtées par le verre de l'ampoule. Pour qu'ils puissent passer, il faudrait que celle-ci fût faite en quartz transparent ou bien en verre spécial. La lampe à incandescence assure donc à ce point de vue une sécurité parfaite. C'est ce que disait TSCHERNING dès 1898.

« Les malades nous demandent souvent conseil au sujet de l'éclairage. Aucune lumière, exceptée celle des lampes à arc n'est nuisible aux yeux : plus elle est forte mieux cela vaut, car l'éclairage artificiel n'atteint jamais le degré d'éclairage d'un beau jour, mais il peut être utile de protéger les yeux par un abat-jour ».

Quel est donc le grand reproche que l'on invoque contre la lampe à incandescence ? C'est la fatigue oculaire relativement rapide. Nous avons déjà vu au début que deux des grandes causes de fatigue étaient l'insuffisance de l'éclairage et l'éblouissement, point sur lequel j'insisterai d'ailleurs un peu plus loin. Mais n'y a-t-il point d'autres motifs.

Tout d'abord il ne faut point oublier que le travail intellectuel même à la lumière naturelle nécessite un très gros effort pour l'œil, musculature externe, musculature interne et rétine.

Il serait difficile et même impossible de vouloir alléger le travail de la musculature externe : L'œil étant soumis à une discipline rigoureuse soit dans la lecture, soit dans l'écriture, et devant transporter, comme nous le verrons plus haut, sa rétine d'acuité d'une lettre à l'autre, d'un mot à l'autre, d'une ligne à l'autre.

Par contre, l'on peut beaucoup pour sa musculature interne et pour sa rétine.

Nous savons que trois ajustements sont seuls nécessaires et suffisants pour une bonne vision.

I) Les réactions pupillaires. — Elles sont notables avec un mauvais éclairage présentant des plages très brillantes et des plages sombres, par contre la pupille reste à peu près immobile avec un éclairage général, seul persiste l'hypus physiologique par lequel l'œil semble chercher l'ouverture optima pour un éclairage donné.

II. L'accommodation. — Maxima avec un faible éclairage, car l'œil doit se rapprocher exagérément de l'objet mal éclairé, elle se relâche avec un éclairage suffisant qui permet à l'œil de se tenir à une certaine distance de son ouvrage tout en gardant une très bonne vision.

III. La mise en œuvre des fonctions élémentaires de la rétine, ce qui va nous entraîner à parler de l'adaptation et par suite de l'éblouissement.

D'après le Docteur Emile HAAS, l'adaptation est « l'ensemble des processus, siégeant exclusivement dans la rétine et qui ont pour but de proportionner les différentes sensibilités de cette membrane à la grandeur de l'excitant ».

Nous savons déjà que les sensations lumineuses sont dues à des phénomènes physico-chimiques qui ont lieu au niveau de la rétine.

Quelles sont ces réactions ?

Le premier de ces processus se rapporte à la dé-

coloration sous l'effet de la lumière du pourpre rétinien : pigment appartenant en propre aux bâtonnets dont il remplit la partie externe. Ce pigment, appelé aussi érythropsine, se rapproche beaucoup de la nature des pigments biliaires. Décolorée, l'érythropsine se reconstitue assez rapidement et la cause de cette reconstitution semble résider dans l'épithélium pigmentaire. On pense que le pourpre rétinien se reforme au dépend de la fuschine de cet épithélium et ce dernier au dépens des matériaux amenés par les vaisseaux sanguins de la choroïde. Suivant les besoins, il se produit une « suite d'équilibres instantanés » entre la quantité détruite et la quantité reconstituée. Mais si l'excitation de la rétine est trop forte l'équilibre ne peut plus être atteint et la sensibilité rétinienne diminue.

On ne connaît pour les cônes humains aucun pigment; le processus photo-chimique doit être tout différent et beaucoup plus rapide. En effet, l'inertie des bâtonnets est bien plus grande, en outre, sous l'influence d'une vive lumière, la sensibilité des bâtonnets peut être réduite au $1/10.000$ de la sensibilité normale tandis que celle des cônes diminue jusqu'au $1/10$ seulement. Un temps relativement court suffit pour permettre aux cônes une réadaptation complète, par contre un temps beaucoup plus long est nécessaire aux bâtonnets pour recouvrer leur capacité.

Le deuxième de ces processus est lié à la descente en plus ou moins grande quantité, suivant l'excitation du pigment rétinien entre les éléments nobles :

cônes et bâtonnets. Sous forme d'un manchon protecteur il diminue la surface des cellules exposées et absorbe et transforme la lumière en excès.

On peut y rattacher un troisième et dernier processus que l'on peut appeler physiologique et qui consiste comme nous l'avons déjà vu précédemment en connexions ou déconnexions des cellules visuelles grâce au jeu des prolongements des cellules d'association.

On voit ainsi la très grande latitude que possède l'appareil visuel grâce à ses réactions pupillaires et à son mécanisme d'adaptation. Pour chaque éclairage s'établit un ordre nouveau, mais c'est précisément ces transformations successives qui dans un mauvais éclairage créent la fatigue; et l'intervalle entre deux états d'adaptation constitue l'éblouissement.

D'ailleurs le conflit entre l'œil et la lumière peut être à l'avantage de ce dernier; il va se créer alors un état quasi permanent de déséquilibre, pouvant amener des désordres plus ou moins graves dans la rétine (gêne, douleur, scotome) soit que le flux lumineux sera trop intense, soit que des sources lumineuses éclatantes seront placées dans le champ de vision même périphérique.

En effet et quoique ceci puisse paraître paradoxal, un éclairage suffisant ne l'est plus du tout si sous prétexte de l'augmenter on place dans le champ de vision périphérique une lampe trop brillante, car la pupille va réagir en se contractant et les parties réti-

niennes suréclairées vont devenir le point de départ d'excitations inhibitrices se propageant à la rétine toute entière. Cette constriction pupillaire causée par la vision directe ou périphérique de lampes éclatantes sera d'autant plus nuisible à une bonne vision que l'éclairage du texte lu ou copié sera plus faible. Elle peut même causer dans ce cas une fatigue considérable.

On doit donc recommander l'emploi de lampes, de réflecteurs et de globes de dimensions telles que l'éclat soit relativement faible. L'éclairage indirect par diffusion avec les sources lumineuses cachées à la vue remplit complètement ce programme.

Mais laissons de côté toutes ces données qui si elles nous éclairent énormément sur les facteurs de fatigue oculaire occasionnée par le filament incandescent laisse cependant dans l'ombre, à mon très humble avis la cause initiale et par cela même essentielle.

Malgré une très bonne installation, bien des gens hésitent encore à « tourner le bouton électrique » et ne le font que résignés.

C'est qu'en effet notre organe de la vue s'est développé à la lumière du jour et suivant notre ancien genre de vie : travail le jour, repos la nuit. La lumière artificielle qui a bouleversé notre existence, avec ses conditions qui ne sont pas naturelles ni favorables à une vision claire est venue tard dans l'histoire de la race et l'œil n'a développé aucune réaction pour réaliser les conditions imposées à une vision parfaite.

Et cependant la composition de la lumière du soleil et celle du filament incandescent est à peu de chose près la même, composée des mêmes radiations. Mais c'est justement à cause de cette similitude de composition que la lampe à incandescence fatigue rapidement notre œil.

La lumière solaire en effet possède le même spectre que la lumière fournie par le filament de la lampe, mais sa lumière ne vient pas frapper immédiatement notre rétine, elle subit dans son long trajet à travers l'éther et surtout à travers la couche d'air des modifications sensibles.

Les radiations de faibles longueurs d'ondes sont diffractées au contraire des radiations de grande longueur d'onde et c'est pourquoi nous voyons l'atmosphère bleue ou grise, le soleil jaune ou rouge. Et si j'osais je dirais que notre œil reproduit à peu près cette disposition : la macula représentant le soleil, la périmacula l'atmosphère.

La macula uniquement constituée de cônes nous sert à la vision directe, sensible surtout aux rayons non diffusés elle va être pour nous une rétine d'activité. Elle possède en effet une qualité indispensable pour le travail et surtout pour le travail intellectuel : l'acuité et par suite la reconnaissance des formes.

L'acuité est dans des conditions données d'éclairage l'inverse de l'angle limite qui est le plus petit angle sous lequel on doit voir deux points pour qu'ils soient distingués l'un de l'autre. C'est une qualité uniquement physiologique, purement maculaire, elle

tombe très rapidement dès qu'on s'éloigne un tant soit peu de l'axe visuel.

Un œil dont l'acuité est : un, qui distingue l'un de l'autre deux points dont la distance angulaire à son centre optique est de une minute, voit son acuité n'être plus :

à 10° de l'axe visuel	que de	1/9 ^e
à 20°	—	1/12 ^e
à 30°	—	1/40 ^e
à 45°	—	1/100 ^e
à 50°	—	1/150 ^e

La périmacula par contre va être surtout sensible aux rayons de faibles longueurs d'ondes, et même vers la périphérie où elle n'est plus constituée que par des bâtonnets, elle est insensible aux rayons rouges.

Elle sera pour nous une rétine nous servant surtout à la vision marginale, une rétine de repos nous permettant d'avoir une vue d'ensemble des objets environnant.

Or, qu'avons-nous avec l'ampoule électrique; nous avons bien des radiations de faible et de grande longueur d'onde, mais la faible distance de la source lumineuse à l'œil ne permet pas à ces radiations de subir les transformations précédentes et c'est l'ensemble des radiations qui va frapper simultanément et la macula et la périmacula. Il est évident que ces conditions ne sont nullement favorables pour un excellent fonctionnement rétinien. Et je pense qu'il serait logique et avantageux pour un travail tant soit peu minutieux à la lumière artificielle d'employer

une lumière surtout riche en radiations de grande longueur d'onde (0 w. 56, 0 w. 60). Enfin il est une dernière condition pour obtenir un bon éclairage :

C'est d'avoir une lumière aussi constante que possible ou bien dont la fréquence soit relativement grande par rapport à la persistance des impressions lumineuses sur la rétine.

La lumière électrique en effet à l'inverse de celle du soleil n'est point constante et si la sensation est la même qu'avec une lumière continue il n'est pas sûr du tout que cet état de chose n'ait aucune influence sur la pupille et sur les éléments rétinien; il serait intéressant de comparer les résultats d'ondulation, de fatigue ¹ avec une lumière fournie par un courant continu et alternatif.

Quoi qu'il en soit la persistance des impressions lumineuses variant entre 1/40^e et 1/50^e de seconde — la persistance étant plus faible pour les cônes — il faut utiliser des courants à période suffisamment grande.

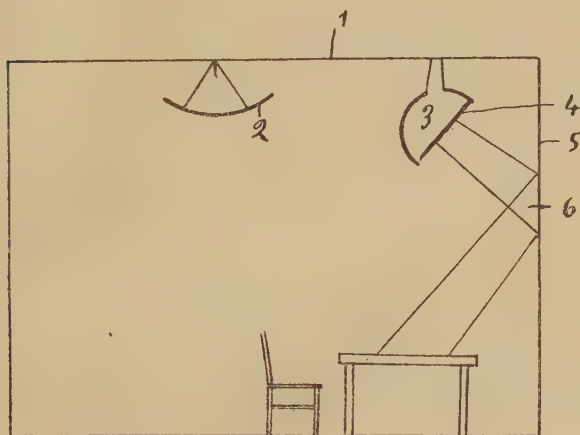
Certains réseaux de la région méditerranéenne utilisent encore le courant à 25 périodes, or d'après ce que nous venons de voir, le cycle d'extinction et d'allumage : 25 pour le sens +, 25 pour le sens —, à une durée sinon inférieure du moins du même ordre de grandeur. Aussi l'œil va-t-il distinguer des vacillements très appréciables, de rapides variations conti-

(1) L'ondulation de fatigue se détermine par le nombre de minutes pendant lesquelles un sujet peut lire en voyant les caractères sous l'angle limite. En 1902, BROCA et SULZER ont montré que l'ondulation de fatigue était minima pour la radiation 0,56 w, radiation pour laquelle, comme on l'a vu, l'œil est le plus sensible (vert jaune).

nuelles et régulières dans l'intensité lumineuse. Et si l'observateur détourne brusquement les yeux, il se produit un effet stroboscopique analogue à ce qui se passe au cinéma quand les roues de voitures semblent tourner à l'envers : il en résulte une sorte de vertige visuel très désagréable.

On se rend compte ainsi de la fatigue tant oculaire que cérébrale qu'occasionne un tel courant et rien ne justifie son maintien.

Le courant actuellement admis est à 50 périodes. Il ne présente dans cet ordre d'idée aucun inconvénient puisque son cycle d'extinction et d'allumage va se reproduire 100 fois par seconde : 50 fois pour le sens +, 50 fois pour le sens —.



1. Plafond bleu clair.
2. Surface réfléchissante.
3. Source en dehors du champ normal de vision.
4. Eclairage indirect par réflecteur.
5. Mur teinté en jaune clair.
6. Source lumineuse très grande.
7. Eclairage suffisant (60 à 80 lux).

En résumé, on voit que l'éclairage artificiel d'une salle ou l'œil devra donner son plein rendement, est un problème assez complexe, mais cependant d'un intérêt capital si l'on veut éviter toute fatigue visuelle.

Intérêt d'autant plus grand à l'heure actuelle où de nombreuses personnes sont soumises presque continuellement à l'influence de l'ampoule électrique et qui hélas est loin de remplacer le soleil.

Groupons pour conclure sur une simple figure, les conditions qui nous ont paru les meilleures pour l'éclairage d'une salle de travail, d'un bureau par exemple.

CONCLUSION

I) Il ne faut pas oublier, que si les ampoules électriques courantes sont un mode d'éclairage commode, elles ne procurent pas dans les conditions actuelles un excitant parfait pour la rétine.

II) Bien souvent par économie ou par négligence, on emploie des éclairagements insuffisants pour le travail à effectuer.

III) D'autre part on ne veille pas assez à une bonne répartition de la lumière. La vision directe ou périphérique de lampes éclatantes doit être complètement supprimée. L'éclairage indirect par diffusion remplit ce programme mais exige des lampes d'une puissance supérieure.

IV) On ne doit pas dans les conditions habituelles d'éclairage faire intervenir l'action des rayons ultra-violets, dans les troubles et la fatigue oculaires. Il est formellement reconnu que ces derniers sont retenus par le verre de l'ampoule.

V) Cependant les sources actuelles nous donnent un ensemble de radiations mal réparties, et de plus trop riche en radiations violettes, pas assez en radia-

tions jaune et vert jaune auxquelles notre « rétine d'acuité » est le plus habituée et surtout sensible.

VI) La rétine enfin, pour un bon fonctionnement exige une lumière aussi constante que possible, et il est à souhaiter que les courants à 25 périodes disparaissent définitivement.

Vu, le Président de Thèse,

TANON.

Vu, le Doyen,

G. ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

HAAS (Emile). — L'éblouissement et sa mesure. (Article extrait du Bulletin d'avril 1932, 7^e année, N° 2).

— Photomètre pour la mesure du seuil lumineux brut et de l'acuité visuelle aux basses lumières. *Revue d'optique théorique et instrumentale*, t. II, 1932, page 306.

CAUDRELIER (Etienne). — Cours d'électricité appliquée, 2 Partie, 1932-1933.

Société pour le perfectionnement de l'éclairage. Fascicule N° 1. *Lumière et Vision*.

MONNIER (Alfred). — Les lampes pour projecteurs d'automobiles. *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 134^e année, janvier 1935, N° 1; octobre 1925, avril 1926.

LEBLANC (Maurice), président de l'Association des Ingénieurs de l'éclairage, BARBE (P.), DOURGNON (J.), GROULT (A.), LAURENT (P.), NOEL (P.) et WAGUET (P. H.). — Les enduits et les revêtements employés en architecture étudiés dans leurs rapports avec la technique de l'éclairage.

Docteur COUVREUX. — *Revue de l'éclairage « Lux »*, 8^e année, septembre 1935, N° 7; 8^e année, juillet-août, N° 6.

Compagnie des Lampes. — L'éclairage des bureaux. Brochure N° 17, décembre 1929.

WETZEL (J.), ingénieur E. S. E. — Etablissement d'un projet d'éclairage. Brochure N° 4 B, mai 1933.

L'éclairage des écoles. Brochure N° 13 B, juillet 1931.

Vos yeux. N° 21.

BROCA (André), LAPORTE (F.) et JOUANOT. — Etudes des principales sources lumineuses au point de vue de l'hygiène de l'œil. *Bulletin de la Société internationale des Electriciens*. Juin 1909.

BROCA (André), LAPORTE (F.), JOUANOT et FERREE and Rand
Transactions of the Illuminating Engineering Society,
1927.

METTAY. — Quelques recherches cliniques et expérimentales
sur l'éblouissement électrique. Thèse Paris, 1903.

COUVREUX. — Constriction pupillaire normale. Thèse Paris,
1924.

COUVREUX (D^r). — *Bulletin de la Société Française des élec-
triciens*, tome VII, 4^e série, N^o 66, février 1927.

FAILLIE (Robert). — Recherches sur l'influence de l'éclai-
rage sur le rendement Lux, Mai 1928.

COHU. — Influence de l'éclairage sur le rendement dans les
travaux professionnels. *Revue Lux*, juin 1929.

